



Editörler

Doç. Dr. Enes YİĞİT,
Dr. Öğr. Üyesi Umut ÖZKAYA

MÜHENDİSLİKTE ÖNCÜ VE ÇAĞDAŞ ÇALIŞMALAR

**MÜHENDİSLİKTE
ÖNCÜ VE ÇAĞDAŞ
ÇALIŞMALAR**

Editörler

Doç. Dr. Enes YİĞİT

Dr. Öğr. Üyesi Umut ÖZKAYA



Mühendislikte Öncü ve Çağdaş Çalışmalar

Editör: Doç. Dr. Enes YİĞİT, Dr. Öğr. Üyesi Umut ÖZKAYA

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar Design

Yayın Tarihi: Haziran 2023

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-6945-83-8

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

Baskı ve Cilt:REPRO BİR

Repro Bir Mat Kağ. Rek. Tas. Tic. Ltd. Şti.

İvogsan 1518. Sokak 2/30 Mat-Sit iş Merkezi Ostim

Yenimahalle/Ankara

26. Bölüm	505
İnşaat Mühendisliği Öğrencilerinin Motivasyonlarını Etkileyen Faktörlerin Lojistik Regrasyonla Analizi <i>Gülgün MISTIKOĞLU</i>	
27. Bölüm	529
Tekstil Üretimi ve Tüketiminin Çevresel Etkileri <i>İlayda KIRKAN, Güray SALİHOĞLU</i>	
28. Bölüm	563
Endüstriyel Proses Atıklarından Geopolimer Üretimi <i>Savaş ÖZTÜRK</i>	
29. Bölüm	577
Işık Kaynakları Esaslı Fliker ve Verimlilik <i>Nazım İMAL, Fatih KUŞ</i>	

29. Bölüm

Işık Kaynakları Esaslı Fliker ve Verimlilik

Nazım İMAL¹

Fatih KUŞ²

¹ Elektrik Elektronik Mühendisliği/Mühendislik Fakültesi/Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye

* Sorumlu Yazar: nazim.imal@bilecik.edu.tr

² Elektrik Elektronik Mühendisliği/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye

ÖZ

Yapısal özellikleri kaynaklı olarak; tanecik ve dalgacık esaslı olmak üzere incelenen, ışınım enerjisinde, temel özellikleri belirleyen en önemli esaslar renk ve enerji boyutlarıdır. Fiziksel değişim özellikli olarak ışık enerjisinin temel özellikleri, bu kapsamlarda yapısal esaslı ve ışığı oluşturan enerji kaynağı esaslı olmak üzere iki ayrı ölçütte ele alınır. Ultraviyole, görünür ışıklar, kızıl ötesi, radyo dalgaları v.b. ışınım türleri, ışığın yapısal frekansına ya da dalga boyuna bağlı olarak adlandırılırlar. Enerji esaslı kapsam olarak ışık titreşimi ise, enerji kaynağındaki titreşime ya da frekansa bağlı olarak ışığa dönüşümünde, ışığın kesintili olarak var olması ya da var olmaması prensibi ile açıklanabilen görsel tanımlamalardır. Aydınlatmada fliker etkisi ya da strokobik olay olarak tanımlanan durum, ışığın enerji kaynağına bağlı ve kesintili olarak mevcut olması ya da olmaması durumu ile açıklanır. Burada ışık kaynaklarına bağlı olarak incelenen enerji kaynaklı fliker etkileri, aydınlatma amaçlı kullanılan lambalar esas ele alınarak, ışık etkinlikleri ve verimlilikleri esaslı analiz edilmiştir. Işık kaynaklarından elde edilen ışık enerjisinin fliker titreşimleri, gerçekleştirilen analizlerde ayrı ayrı ölçülerek, her biri için birim periyotta ışıklılık ve ışıksızlık sonuçları elde edilmiştir. Sonraki aşamalarda ise ışıklılık ve ışıksızlık analizleri, ele alınan ışık kaynakları için aydınlatma verimlilikleri kapsamında tekrar ele alınmıştır. Bu durumda, çok kısa süreli değerlendirmede, bazı ışık kaynaklarının yüksek ışık akısı verimliliğine sahip oldukları gözükse de, fliker esaslı olarak ışıklılık ve ışıksızlık kapsamında ele alındıklarında daha düşük verimlilik değerlerinde olabildikleri anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Işık, Lamba, Aydınlatma, Fliker, Verimlilik

GİRİŞ

Aydınlatmamızı sağlayan ışık yapısı ve türlerine ait frekans ve dalga boyları, dalgacık tabanlı fiziksel özelliklerinin yanı sıra ışın yayılımını oluşturan enerji etkisi ilişkilidir. Işık, dalgacık temelli fiziksel özellikleri ile birlikte düşünüldüğünde, görünürlük sınırları içerisinde farklı renk tanımları ile isimlendirilirken, görünmeyen sınırlar ise farklı ışın türleri olarak adlandırılır. Işık, enerji etkisinden kaynaklı frekans ile ilişkilendirilerek tanımlandığında ise, enerji transferindeki salınım ve harmoniklere bağlı olarak titreşimler oluşturur. Işığın oluşumundaki enerjiye dayalı titreşimler ve salınımlara kırılma etkisi denir.

Kırılma etkisi görüş açısından önemli bir aydınlatma konsepti olup, insanlar 25 Hz'nin üzerindeki titreşim etkisini hissedemezler ve görüntüleri titreşimsiz bir süreklilik olarak algırlar. Dünyada elektrik enerjisi frekansı olarak 50-60 Hz frekansları kullanıldığı için ışık kaynakları için süreklilik algısı sağlayabilecek aydınlatmalar kolaylıkla elde edilebilmektedir. DC voltajın kullanıldığı aydınlatma uygulamalarında, normal şartlarda enerji bazlı kırılma etkisi oluşmaz. Fakat, flüoresan ve led yapıların sürücülerinden kaynaklı anahtarlamalı çalışmalarda kırılma etkisi ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışmada, alternatif akımın frekanstan kaynaklanan fliker etkisi ve DC gerilimde anahtarlamaya dayalı fliker etkileri enerji verimliliği açısından ele alınmıştır. Ayrıca lamba ve sürücü ekipmanlarında, soğutmayı destekleyen kırılma etkisinin olumlu yönleri vurgulanmıştır [1,2,3,10].

Konu kapsamında yapılan çalışmalar ele alındığında; Keppler v.d. 2003 yılında yayınladıkları "Theoretical assessment of light flicker caused by sub and interharmonic frequencies," adlı çalışmalarında, elektrik akımının harmoniksel etkilerinin oluşturduğu fliker etkileri açıklanmıştır. Drapela v.d. 2005 yılında yayınladıkları "Light flicker of fluorescent lamps with different types of ballasts caused by interharmonics" adlı çalışmalarında balast yapılarının farklılıklarından kaynaklı fliker etkileri üzerinde durmuşlardır. Burada gerçekleştirilen çalışmada ise farklı olarak özellikle kare v.b. dalga türünde enerjilendirilen lambalardaki ton ve toff sürelerinin etkileşim oranları ele alınmaktadır.

I. IŞIK VE ÖZELLİKLERİ

Işık elektromanyetik dalga olarak tanımlandığında, enerji taşıyan parçacıklar da foton olarak tanımlanır. Dalgalar halinde hareket ettiği düşünülen radyasyon yapıları dalga boylarına göre isimlendirilir. Radyasyon yapılarının diğer dalgacıklardan farklı olan kısımlarına bakıldığında, fotonsal enerji etkileşiminin sebebinin elektrik alan ve manyetik alan olduğu anlaşılmaktadır [4,6,8,9].

Elektrik alan ve manyetik alanın iç içe geçmiş hali olarak değerlendirilebilecek ışığın bir diğer tanımı da "elektromanyetik radyasyon" olarak yapılabilir. Işığın en önemli özelliği dalga boyudur ve ışığın enerjisi bu dalga boyunun uzunluğuna bağlıdır. Daha kısa dalga boyuna sahip ışık daha yüksek enerjiye sahipken, daha uzun dalga boyuna sahip ışık daha düşük enerji seviyesine sahiptir. Bu enerji değişiminin gözlemleyebildiğimiz kısma "renkler" denir. Örneğin mor görünen bir nesne, aldığı ışınımsal vektörlerden yansıttığı şeyin dalga boyunun göze veya kameraya iletilen mor rengin kısa dalga boyuna karşılık geldiğini açıklar.

Kırmızı rengin dalga boyu mor renge göre daha uzundur ve kırmızı rengin enerjisi mor renge göre daha düşüktür. Görebildiğimiz diğer tüm renklerin kendilerine ait bir dalga boyu ve bu dalga boyunun gerektirdiği enerji seviyeleri vardır. Bu dalga boylarındaki renklerin oluşturduğu saçılma grafiklerinin toplamına "elektromanyetik spektrum" denir. Elektromanyetik spektrum. Ancak görebildiğimiz renkler, dev bir dalganın yalnızca çok dar bir kısmıdır. Çünkü gözlerimiz güneşin yaydığı en güçlü ışığı görebilir. Bu şekilde görebiliriz. Işığın dalga boyu görebildiğimizden biraz daha kısaysa buna ultraviyole (ultraviyole) deriz. Bundan daha kısa ise röntgen (x-ray) diyoruz. Bildiğimiz en kısa dalga boyuna gama ışını (gama ışını) denir. Veya görebildiğimizden biraz daha uzun dalga boyuna sahip ışığa kızılötesi deriz. Bundan daha uzunsa, buna mikrodalga diyoruz. En uzun dalga boyuna sahip ışığa radyo dalgası denir. Dalga boyunun enerji ile ters orantılı olduğunu biliyoruz. Buna dayanarak enerjisi en yüksek olan ışınların gama ışınları olduğunu söyleyebiliriz. Enerjisi en düşük olan ışınlar radyo dalgalarıdır [3,5,7,11,15].

Bir vektör miktarı olan ışık şiddeti, bir ışık kaynağının etrafındaki herhangi bir noktaya gönderdiği ışık miktarını ifade eder. Birimi "candela (cd)"dir ve "I" harfi ile gösterilir.

Fiziksel bir nicelik olan ışık akısı, bir ışık kaynağından birim zamanda yayılan ışık ışınlarının toplamıdır. Aslında ışık akısı, insan gözünün algılayabildiği ışık gücünün toplamıdır diyebiliriz. Birimi "lümen (lm)" olup "Ø" harfi ile ifade edilir.

Aydınlanma düzeyi, kaynakla ilgili olmayan ve aydınlatılan yüzeye ilgili bir niceliktir. Birim alana dik açıyla düşen ışık akısı olarak ifade edebiliriz. Birimi "lux (lx)" olup "E" harfi ile gösterilir [12,13,14,18].

Aydınlatma seviyesi ile ışık şiddeti arasında aşağıdaki gibi bir ilişki vardır.

$$E = \frac{I}{r^2} \quad (1)$$

Burada;

E: Aydınlanma düzeyi (lüks - lx),

I: Işık şiddeti (kandela- cd),

r: Mesafe (metre – m)

olarak gösterilmektedir.

A. Işık Enerjisi

Ana başlıkların detaylandırılması için 2. seviye ve 3. seviye başlıklar Işık, foton adı verilen paketler halinde taşınır ve dalga boyuna göre enerjisi değişir. Fotonun taşıdığı enerjiyi hesaplamak için ışığın dalga boyunu da hesaba katmamız gerekir. Fotonların taşıdığı enerji miktarı ise aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$Ef = \frac{h.c}{\lambda} \quad (2)$$

Burada;

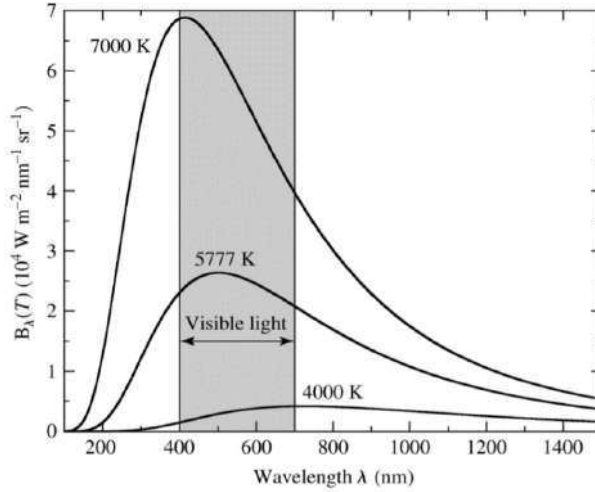
Ef : Fotonun enerjisi (Joule - J),

h : Planck sabiti ($6.62607015 \times 10^{-34}$ Joule.saniye – J.s) veya
($4.135667516(91) \times 10^{-15}$ Elektronvolt.saniye – eV.s)

c : Işık hızı (3.10^8 metre/saniye - m/s)

λ : Dalga boyu (Nanometre - nm) birimlerini ifade eder.

Işınım yapısına ve ışın kaynağına bağlı olarak ışık enerjisi ele alındığında, yüksek renk sıcaklığında ışının yayma özelliğine sahip ışık kaynaklarının daha fazla oranda foton enerjisi içerdiği anlaşılmaktadır. Dalga boyu esaslı olarak, daha detaylı bir analiz yapıldığında ise enerji miktarının, ışığın fiziksel özelliğine bağlı frekansı ile doğru orantılı veya başka bir ifade ile dalga boyu ile ters orantılı olduğu anlaşılmaktadır. Gerek ışınımın renk sıcaklığına bağlı, gerekse dalga boyuna bağlı değişimlerinin fonksiyonel grafiği şekil 1’de görülebilir.

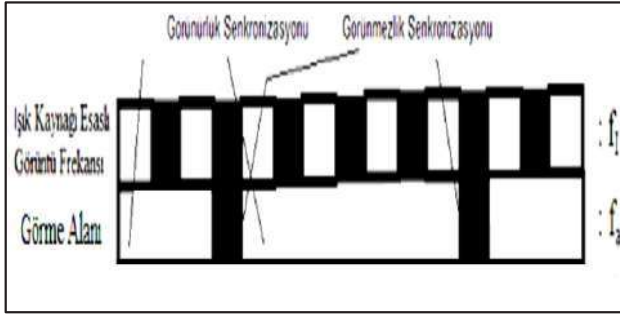


Şekil 1. Işınım yapılarının renk sıcaklığına ve dalga boyuna bağlı enerji değişimleri

II. FLİKER ETKİSİ

Işık, AC gerilimden kaynaklanan frekans ile ilişkilendirilerek tanımlandığında, elektrik enerjisindeki salınımlara ve harmoniklere bağlı olarak titreşimler oluşturur. Işığın oluşumundaki enerji ile bağlantılı olan bu titreşimlere ve salınımlara fliker (kırpışma) etkisi denir.

Fliker, insanların görme yeteneğini etkileyen önemli bir aydınlatma konusudur (Şekil 2). İnsanlar 25 Hz'in üzerindeki fliker etkisini hissedemezler ve görüntüleri titreşimsiz bir süreklilik olarak algırlarlar. Dünyada elektrik enerjisi frekansı olarak 50-60 Hz frekansları kullanıldığından ışık kaynakları için süreklilik algısı sağlayabilecek aydınlatmalar kolaylıkla elde edilebilmektedir. Güç kalitesi problemleri arasında yer alan fliker, güç kalitesini bozan diğer problemlerden farklı olarak frekans ve genlik özellikleri bakımından farklılık göstermektedir. Güç kaynağı esaslı fliker etkisi, elektrik enerjisi ve güç transferi kesintili gerçekleştiğinden enerji tasarrufunu artırma amaçlı da kullanılabilir. Fliker etkisini diğer güç problemlerinden farklı kılan şey, insanlara ve algılayıcı kameralara olan olumsuz etkisidir [15, 17].



Şekil 2. Işık kaynağı esaslı fliker etkisi

DC voltajın kullanıldığı aydınlatma uygulamalarında ise normal şartlarda enerji kaynaklı fliker etkisi oluşmaz. Özellikle elektrik enerjisinden tasarruf sağlama amaçlı olarak anahtarlamalı çalıştırılan DC ışık kaynaklarında fliker etkileri meydana gelmektedir. Günümüzde direkt olarak AC şebekeden enerji alan lamba türleri giderek daha da azalırken, AC/AC, AC/DC gibi elektronik sürücüler üzerinden ışık kaynakları enerjilendirilmektedir. Günümüzün son teknoloji ürünü olan lambalarının enerjilendirilmelerinde anahtarlama esnasındaki sönüm periyodu ne kadar uzun tutulursa lambanın o derece verimli ve tasarruflu olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca ortaya çıkan ekstra ısı kayıpları da fliker etkisi ile birlikte azalabilmektedir. Fliker etkisine bağlı ısı kayıplarındaki azalma miktarları lamba gövdeleri ve sürücülerinde gözlenebilmektedir [16, 20].

Fliker etkisine olumlu açıdan bakıldığında, en önemli kazanç olan enerji tasarrufu sağlanmasının yanında daha az ısı enerjisi meydana gelmesinden dolayı sürücü ve lambaların daha az sıcaklığa maruz kalarak daha uzun ömürlü olması sağlanabilmektedir. Soğutucu ekipmanlarının ise küçülebilmesi ve basitleşebilmesinden dolayı daha az maliyet karşımıza çıkabilecektir. Enerji verimi artabilecek ve üretim maliyetleri azalabilecektir.

Fliker etkisine olumsuz açıdan bakıldığında ise en önemli problem gerek insanlar gerekse kameralar için algılamada oluşan zorluklar ve süreklilik algısının kesintiye uğraması olarak özetlenebilir. Işıklılık t_{on} süresinin yetersizliği gerek beyinde gerekse elektronik sistemlerde yeterli görsel algılamayı oluşturacak kadar etki oluşumunu engellediğinde görme ve algılama sorunları oluşacaktır. 25 Hz ve altında enerji kaynağı esaslı fliker oluştuğunda ise insan gözünde süreklilik algısı ortadan kalkmaktadır. Elektronik algılayıcı kameralar için ise kesintili algılama 50 Hz değerlerini bulabildiğinden, ışık kaynakları anahtarlamalı çalışacaksa 100 Hz ve üstü frekansların tercihi yerinde olmaktadır.

A. *Fliker Etkisini Ortaya Çıkaran Sebepler*

Genel olarak güç kalitesi sorunları, güç sistemine bağlanmış olan cihazları olumsuz etkilemektedir. Güç kalitesindeki yüksek düzeyde bozulmalar, cihazların amacına uygun bir şekilde çalışmasını engeller. Güç sisteminde meydana gelen ani bir gerilim artışı durumunda o anda sistemden beslenen cihazların zarar görmesine sebep olmaktadır. Gerilimin yükseldiği değere bağlı olarak enerjiye bağlı olan cihazın izolasyonu zayıflayabilir veya cihaz tamamen bozulabilir.

Ancak, güç kalitesi sorunlarından olan flikeri ele aldığımızda ise farklı bir durum söz konusu olur. Enerji sisteminde fliker olduğundan bahsettiğimizde, enerji sistemine bağlı durumda olan aydınlatma cihazları ile aynı ortamda bulunan insanları da etkileyen bir güç kalitesi sorunundan bahsediyoruz demektir.

Örnek verecek olursak; sürekli olarak görsel kontrol sağlanması gereken bir işte çalışan kişilerin flikerden etkilenme derecesinin, vücut ve kas gücü ile çalışan kişilere göre daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Fabrikada çalışan vinç operatörünün dikkatinin dağılması veya yüksek basınçlı pres makinasında çalışan bir teknisyenin görme algısının bozulması sonucunda büyük maddi ve manevi kayıplara neden olacak kazalar meydana gelebilir.

Işık ışımasının dalgalanmalarından kaynaklanan ve kişiden kişiye göre farklı seviyelerde olumsuz etki gösteren fliker, hem ölçülebilmesi hem de ortadan kaldırılabilmesi açısından oldukça zor bir durumdur. Güç sisteminde fliker etkisinin varlığının anlaşılmasını sağlayan iki durum vardır. Birincisi; aydınlatma cihazlarını besleyen sistemdeki voltaj dalgalanmalarıdır [18]. İkincisi ise Işığın parlaklığındaki değişim hızının insanları rahatsız edecek düzeyde olmasıdır. Gerilim değişimi sonucunda parlaklık değişimi meydana gelmeli ve bu parlaklık değişimi insan tarafından algılanmalıdır. Bu nedenle gerilim, parlaklık ve algı arasındaki ilişki, flikerin var olup olmadığını gösteren önemli konulardır [19].

Fliker, yanıp sönen ışık kavramı kullanılarak da tanımlanmaktadır. Bu tanım voltaj, akım veya frekans kullanılarak yapılan geleneksel güç kalitesi tanımlarından farklıdır. Tanıma baktığımızda fliker etkisinin bir güç kalitesi sorunu olmadığı, bir aydınlatma sorunu olduğu yanılıgısı oluşturabilir. Işımanın şiddeti veya etkisi aydınlatma için kullanılan armatürün yapısına göre değişiklik gösterebileceğinden dolayı böyle bir yanılıgı oluşabilir [20, 21, 22].

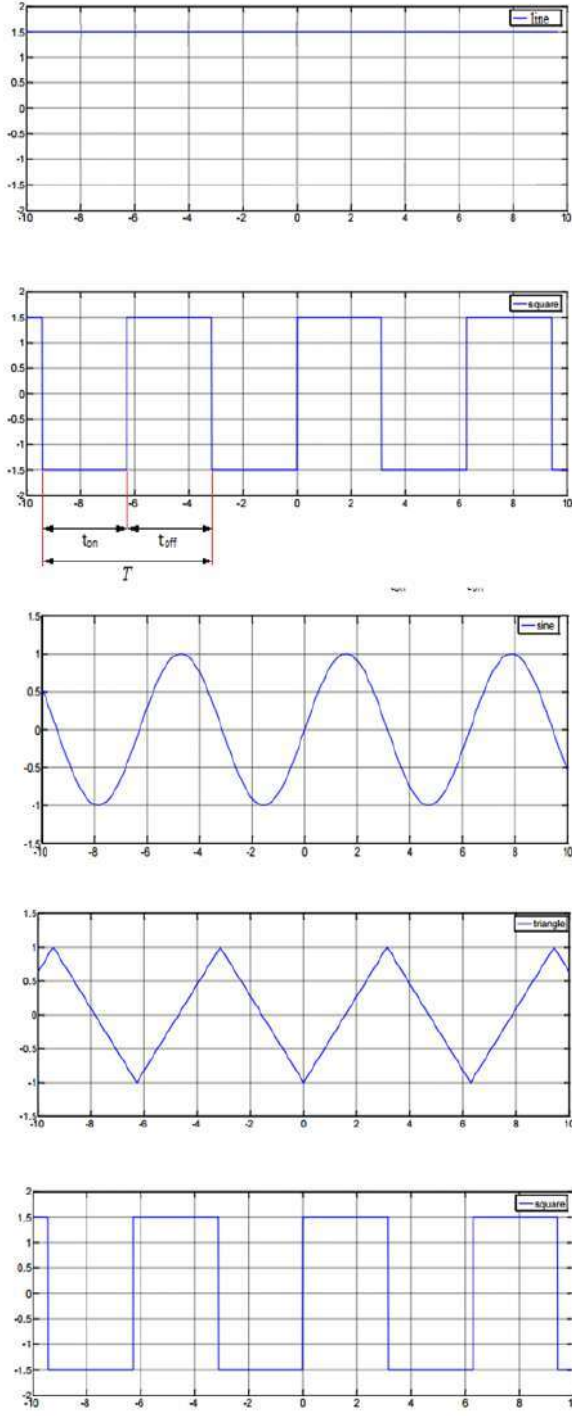
III. IŞIKLILIK VE IŞIKSIZLIK ESASLI VERİMLİLİK

Bir cismin görünürlüğünü sağlayan faktör parlaklıktır. Görüş alanını etkileyen koşullardan biri de görme alanı içindeki parlaklık dağılımıdır. Görme bölgesindeki parlaklık dağılımı, gözün ortamdaki ışığa uyumunu belirler ve görme verimini doğrudan etkiler. Gözün fonksiyonlarındaki etkinliği artırmak

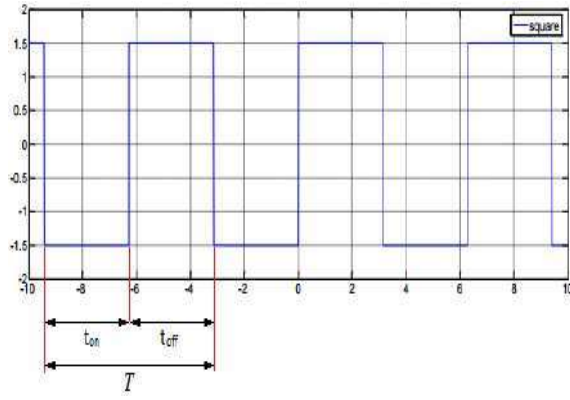
için görme keskinliği ve kontrast duyarlılığını içeren dengeli bir parlaklık gereklidir. Işık dağılımı da görsel alandaki görsel konforu doğrudan etkiler. Bu nedenle kamaşmaya neden olacak yüksek parlaklıktan ve gözün sürekli uyum sağlama çabasından dolayı yorgunluğa neden olacak büyük parlaklık farklılıklarından kaçınmak gerekir.

Işığın enerji kaynağı esaslı olarak yapmış olduğu fliker etkisini ele alabilmek için, lambaların beslemesinde kullanılan elektriksel enerji kaynaklarının oluşturduğu dalgalanmaların ele alınması gerekir. Şekil 3’de lambaların elektriksel beslemelerinde karşılaşılabilen dalga formları gösterilmiştir. Alternatif şebeklerimizden kaynaklı sinüs dalgası, lambaların direkt yada manyetik balast üzerinden beslenmelerinde kullanılan dalga formu olurken, üçgen ve kare dalga formları genellikle elektronik esaslı lambaların beslemelerinde kullanılan dalga formlarını oluşturmaktadır. Bu dalga formlarından da anlaşılacağı üzere, lambaların elektriksel enerji beslemelerinin periyodik aralığına göre ışık akılarında artma ve azalma söz konusu olmaktadır.

Sinüs ve üçgen dalgasına ait formda yapısal özelliklerinden dolayı bu artma ve azalma süreleri homojen olarak dengeli bir dağılımla karşımıza çıkmaktadır. Alternatif gerilim ve üçgen dalga ile ışık kaynaklarını çalıştırmanın kare dalga ile çalıştırmaya göre en önemli farklılığı t_{on} ve t_{off} sürelerinin eşitliğidir. Kare dalga ile ışık kaynaklarını çalıştırmada ise t_{on} ve t_{off} sürelerinin ayarlanabilirliği önemli bir avantaj oluşturmaktadır.

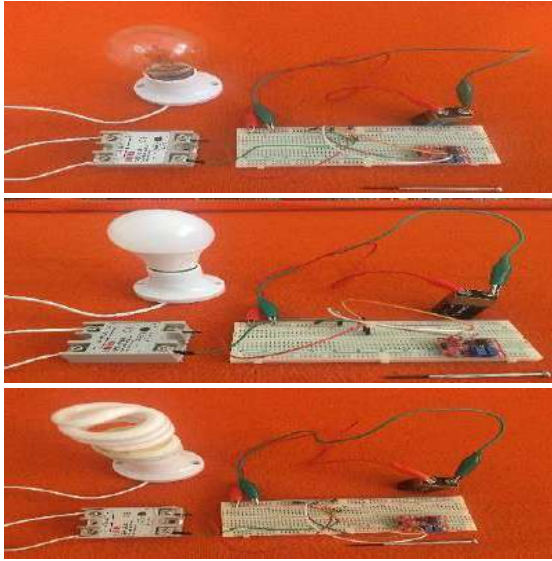


Şekil 3. Elektriksel enerji kaynaklarının oluşturduğu dalgalanmalar



Şekil 5. Kare dalga periyodu

n_ϕ ışıklılık oranı olarak çalışmada tanımlanmış olup, bu değer 1'den aşağı seviyelere düşmesi lambaların daha az enerji harcamalarına neden olurken göz ve kamera algılamalarında azalmaya neden olmaktadır. Kare dalga dışındaki sinüs ve üçgen formları için n_ϕ oranları ise yapıları gereği $\frac{1}{2}$ olarak ortaya çıkan bir değer olmaktadır (Şekil 6). Bu kapsamda, 1 periyotluk sürede n_ϕ oranının 1'den 0'a doğru azalması durumu şekil 7'deki grafikte görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere, t_{on} süresinin azaltılarak, t_{off} süresindeki artış, n_ϕ oranını azalttığı gibi göz ve kamera algılamasını da azaltmaktadır.



Şekil 6. Deneysel kurulum

Burada,

$$n_{\phi} = \frac{t_{on}}{\tau} \quad (5)$$

olarak elde edilir.



Şekil 7. Algılama Grafiği

Çalışma sonucunda, eşitlikler 1, 2, 3, 4 ve 5 dikkate alınarak incelemeler gerçekleştirilmiştir. n_{ϕ} oranının azalması ile enerji verimliliği ve lamba ömürlerinde iyileşme gerçekleşse de, gerek kamera algılamalarında gerekse görmede oluşan olumsuzlukların 0,8 seviyelerine düşülmesi durumunda başlangıç seviyesinde olduğu; 0,6 seviyelerine düşülmesi durumunda daha da belirginleştiği; 0,4 seviyelerine düşülmesi durumunda algılama ve görme kalitesinin yetersiz olarak olduğu; 0,3 ve altı seviyelerin ise kabul edilemez düzeylerde olduğu anlaşılmıştır.

IV. SONUÇLAR

Gerçekleştirilen çalışmada, lamba ve armatürlerin devrede olmaları ya da olmamaları süresini belirleyen t_{on} ve t_{off} periyotları esaslı enerji verimlilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ortaya çıkan verilere göre, insanlar ve kameralar algılayamasa bile ortaya çıkan ışık-ışsızsızlık etkisinin, algılama kalitesi ve görme sağlığına yönelik olarak ideal şartlardan uzaklaştırıcı etkiler oluşturduğu gözlemlenmektedir.

Burada ideal şartlardan uzaklaştırıcı etkiler olarak, anahtarlamasız DC akımın kullanıldığı yeni nesil lambalar ya da flaman soğumasının ışık akısı kaybı oluşturmadığı enkandesan lambalarla sağlanan algılama ve görme kalitesinden uzaklaşma ifade edilmektedir.

Enerji kaynağı esaslı fliker dalgalanmaları burada ele alınarak enerji verimliliği ve algılama sorunları oluşturmaları bakımlarından incelenmiştir. Yapılan inceleme ve araştırmaların sonucunda; bir cismin görünürlüğünü sağlayan en önemli faktörün parlaklık olduğu, ışığın enerji kaynağı esaslı olarak yapmış olduğu fliker etkisini ele alabilmek için, lambaların beslemesinde kullanılan elektriksel enerji kaynaklarının incelenmesi gerektiği görülmüştür.

Lambaların elektriksel beslemelerinde karşılaşılabilen dalga formları ele alındığında kaynaklı sinüs dalgası ve üçgen dalgası kaynaklı besleme formlarında da yapısal özelliklerinden dolayı t_{on} ve t_{off} sürelerinin eşitliği ortaya çıkmaktadır. Kare dalga ile ışık kaynaklarını çalıştırmada ise t_{on} ve t_{off} sürelerinin ayarlanabilirliği durumu ortaya çıkmaktadır. Gerçekleştirilen uygulama ve analizlerin sonucu olarak t_{on} / t_{off} oranını küçültmenin enerji verimliliğini artırırken, görsel algılamada sorunlar oluşturduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durumun tam tersi olarak, t_{on} / t_{off} oranını büyültmenin enerji verimliliğini azaltırken, görsel algılamada rahatlık oluşturduğu ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] İmal, N., Taşkan, B., Yol Aydınlatmasında Flicker Etkisi Esaslı Direk Açıklığı Tespiti, Düzce Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi (2016).
- [2] T. Keppler, N. R. Watson, J. Arrillaga and Shiun Chen, "Theoretical assessment of light flicker caused by sub- and interharmonic frequencies," in IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 18, no. 1, pp. 329-333, Jan. 2003, doi: 10.1109/TPWRD.2002.806690.
- [3] J. Drapela, M. Kratky, L. Weidinger and M. Zavodny, "Light flicker of fluorescent lamps with different types of ballasts caused by interharmonics," 2005 IEEE Russia Power Tech, 2005, pp. 1-7, doi: 10.1109/PTC.2005.4524419.
- [4] Veitch JA, McColl SL. Modulation of fluorescent light: Flicker rate and light source effects on visual performance and visual comfort. International Journal of Lighting Research and Technology. 1995;27(4):243-256. doi:10.1177/14771535950270040301
- [5] Atasal, M., 2000 Güç Kalitesi ve Fliker, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- [6] D. Gallo, R. Langella and A. Testa, "Light flicker prediction based on voltage spectral analysis," 2001 IEEE Porto Power Tech Proceedings (Cat. No.01EX502), 2001, pp. 6 pp. vol.1-, doi: 10.1109/PTC.2001.964629.
- [7] Ni, P., Eg, R., Eichhorn, A., Griwodz, C., & Halvorsen, P. (2011, September). Spatial flicker effect in video scaling. In 2011 Third International Workshop on Quality of Multimedia Experience (pp. 55-60). IEEE.
- [8] A. J. Collin, S. Z. Djokic, J. Drapela, R. Langella and A. Testa, "Light Flicker and Power Factor Labels for Comparing LED Lamp Performance," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 55, no. 6, pp. 7062-7070, Nov.-Dec. 2019, doi: 10.1109/TIA.2019.2919643.
- [9] Drapela, J., Langella, R., Slezinger, J., & Testa, A. (2018). Generalized lamp model for light flicker studies. Electric Power Systems Research, 154, 413-422.
- [10] Yao, Y., Ying, Y., Deng, Q., Zhang, W., Zhu, H., Lin, Z., ... & Zhao, Y. (2020). Non-invasive 40-Hz light flicker ameliorates Alzheimer's-associated rhythm disorder via regulating central circadian clock in mice. Frontiers in physiology, 11, 294.
- [11] Yoshimoto, S., Jiang, F., Takeuchi, T., Wilkins, A. J., & Webster, M. A. (2020). Visual discomfort from flicker: Effects of mean light level and contrast. Vision Research, 173, 50-60.

- [12] G. Bucci, E. Fiorucci and C. Landi, "A Digital Instrument for Light Flicker Effect Evaluation," in *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 57, no. 1, pp. 76-84, Jan. 2008, doi: 10.1109/TIM.2007.908115.
- [13] Labudzki, R., Legutko, S., & Raos, P. (2014). The essence and applications of machine vision. *Tehnicki Vjesnik*, 21(4), 903-909.
- [14] Brundrett GW. Human sensitivity to flicker. *Lighting Research & Technology*. 1974;6(3):127-143. doi:10.1177/096032717400600302
- [15] J. Barros, J. J. Gutiérrez, M. de Apráiz, P. Saiz, R. I. Diego and A. Lazkano, "Rapid Voltage Changes in Power System Networks and Their Effect on Flicker," in *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 31, no. 1, pp. 262-270, Feb. 2016, doi: 10.1109/TPWRD.2015.2452967.
- [16] M. M. Morcos and J. C. Gomez, "Flicker Sources and Mitigation," in *IEEE Power Engineering Review*, vol. 22, no. 11, pp. 5-10, Nov. 2002, doi: 10.1109/MPER.2002.1045561.
- [17] Glavaš, H., Blažević, D., & Ivanović, M. (2012). Quality and energy efficiency of public lighting in the area of Osijek-Baranja County. *Tehnički vjesnik*, 19(3), 549-556.
- [18] J. Barros, M. de Apráiz, R. I. Diego, J. J. Gutiérrez, P. Saiz and I. Azcarate, "Minimum requirements for rapid voltage changes regulation based on their effect on flicker," 2017 *IEEE International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS)*, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/AMPS.2017.8078346.
- [19] Lodetti, S.; Azcarate, I.; Gutiérrez, J.J.; Leturiondo, L.A.; Redondo, K.; Sáiz, P.; Melero, J.J.; Bruna, J. Flicker of Modern Lighting Technologies Due to Rapid Voltage Changes. *Energies* 2019, 12, 865
- [20] K. Chmielowiec, "Flicker effect of different types of light sources," 11th *International Conference on Electrical Power Quality and Utilisation*, 2011, pp. 1-6, doi: 10.1109/EPQU.2011.6128852.
- [21] Cai, R.R., Cobben, J.S., Myrzik, J.J., Blom, J., & Kling, W.L. (2009). Flicker responses of different lamp types. *Iet Generation Transmission & Distribution*, 3, 816-824.
- [22] J. Drapela, R. Langella, A. Testa, A. J. Collin, X. Xu and S. Z. Djokic, "Experimental evaluation and classification of LED lamps for light flicker sensitivity," 2018 *18th International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP)*, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICHQP.2018.8378857.